

**PENINGKATAN NILAI KALOR BATUBARA  
PERINGKAT RENDAH DENGAN MENGGUNAKAN  
MINYAK TANAH DAN MINYAK RESIDU**

**Oleh :**

**Mutasim Billah**

**PENINGKATAN NILAI KALOR BATUBARA  
PERINGKAT RENDAH DENGAN MENGGUNAKAN  
MINYAK TANAH DAN MINYAK RESIDU**

Hak Cipta © pada Penulis, hak penerbitan ada pada Penerbit UPN Press

**Penulis** : Mutasim Billah  
**Diset dengan** : MS - Word Font Times New Roman 11 pt.  
**Halaman Isi** : 40  
**Ukuran Buku** : 16.5 x 23 cm  
**Cetakan I** : 2010

**Penerbit** : UPN Press

---

ISBN : 978-602-8915-61-8

---

## INTISARI

Kebutuhan sumber energi batubara untuk transportasi maupun industri mengalami perkembangan yang sangat pesat diberbagai kawasan dunia termasuk di Indonesia. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi batubara yang sangat tinggi tersebut, ketersediaan cadangan batubara Indonesia yang berkalori tinggi terbatas semakin menyusut.

Disamping itu, produksi residu dari proses pengilangan minyak bumi terus meningkat dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Oleh karena itu, perlu dicari teknologi yang tepat untuk memanfaatkan residu tersebut dalam meningkatkan kualitas batubara menjadi produk yang lebih bermanfaat.

Penelitian ini dilakukan menggunakan minyak residu dari Pertamina Cepu, Jawa Tengah, minyak tanah, dan batubara lignit dari tambang Batulicin, Kalimantan Selatan dengan ukuran 20 Mesh.

Reaksi dilakukan dalam tangki berpengaduk dengan rasio batubara : minyak residu : minyak tanah = 1:1:1. penelitian dilakukan dengan variabel kondisi operasi seperti : temperatur reaksi dan waktu reaksi. Slurry yang dihasilkan disaring untuk memisahkan batubara dan minyak. Produk yang dihasilkan dikeringkan dalam oven kemudian dianalisa kadar air, kadar abu, volatile matter, fixed carbon dan nilai kalor.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi operasi sangat berpengaruh pada perolehan distribusi produk batubara. Kondisi operasi yang relative baik diperoleh pada temperatur 200°C dan waktu reaksi 70 menit dengan perolehan : minyak: 25 ml, kadar air: 0,668%, kadar abu: 11,883%, volatile matter: 30,122%, fixed carbon: 57,377%, dan nilai kalor: 6692Kcal/kg.

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada ALLAH SWT atas rahmat dan hidayah-NYA, maka penyusun dapat menyelesaikan SKRIPSI dengan judul “Peningkatan Nilai Kalor Batubara Peringkat Rendah Menggunakan Minyak Tanah Dan Minyak Residu” yang merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Atas tersusun Tugas Akhir ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Bambang Wahyudi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ir. Sri Muljani, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ir. Novel Karaman, MT, selaku dosen pembimbing Skripsi.
4. Kedua orang tua kami yang telah membantu dalam bentuk doa dan materi seumur hidup kami.
5. Seluruh karyawan dan staf TU Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
6. Dan semua pihak yang telah membantu tersusunnya Skripsi ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa isi dari laporan Skripsi ini sangat jauh dari sempurna, maka penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca.

Akhirnya kata penyusun berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 01 Maret 2007  
Penyusun



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Konsumsi batubara didunia diperkirakan akan terus menerus dari waktu ke waktu terutama dikawasan Asia. Cadangan batubara lignit terhitung sekitar 48% dari total cadangan batubara didunia, sementara itu di Asia cadangan batubara lignit mencapai 30%, sedangkan di Indonesia mencapai 60% dari total cadangan batubara. Meskipun jumlah batubara lignit yang dikonsumsi terhitung sekitar 30% dari total produksi batubara dunia. Jumlah yang dikonsumsi di Asia terhitung hanya 10% dari total produksi batubaranya. Terutama di Indonesia, praktek – praktek penambangan cenderung batubara bitumine dan sub-bitumine yang kualitasnya lebih tinggi yang lebih banyak ditambang dan diproduksi karena memproduksi batubara lignit kurang ekonomis dan tidak dapat memenuhi kriteria pasar. Dengan demikian dapat diprediksi bahwa yang tersisa dimasa mendatang adalah sejumlah besar cadangan batubara lignit yang tidak bisa dimanfaatkan. Oleh karena peluang untuk mengisi potensi pasar batubara masih terbuka luas, baik dipakai langsung sebagai

sumber energi pada pembangkit listrik maupun diekspor keluar negeri, maka promosi pemanfaatan akan batubara lignit harus sedini mungkin dijadikan isu yang amat penting bagi Indonesia. Untuk menaikkan kualitas batubara lignit menjadi batubara yang kualitasnya seperti batubara antrasit agar bisa dimanfaatkan, oleh karena itu perlu adanya teknologi peningkatan kualitas batubara lignit. [ Ardhika, 2006 ].

## **I.2 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh suhu dan waktu pengadukan campuran batubara dengan minyak tanah dan minyak residu terhadap nilai kalor batubara.

## **I.3 Manfaat Penelitian**

Meningkatkan kalori batubara peringkat rendah sehingga menambah nilai ekonomis.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1. Teori Umum**

##### **II.1.1. Batubara**

Batubara adalah substansi heterogen yang dapat terbakar dan terbentuk dari banyak komponen yang mempunyai sifat saling berbeda. Batubara dapat didefinisikan sebagai satuan sedimen yang terbentuk dari dekomposisi tumpukan tanaman selama kira-kira 300 juta tahun. Dekomposisi tanaman ini terjadi karena proses biologi dengan mikroba dimana banyak oksigen dalam selulosa diubah menjadi karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Kemudian perubahan yang terjadi dalam kandungan bahan tersebut disebabkan oleh adanya tekanan, pemanasan yang kemudian membentuk lapisan tebal sebagai akibat pengaruh panas bumi dalam jangka waktu berjuta-juta tahun, sehingga lapisan tersebut akhirnya memadat dan mengeras. Pola yang terlihat dari proses perubahan bentuk tumbuh – tumbuhan hingga menjadi batubara yaitu dengan terbentuknya karbon. Kenaikan kandungan karbon dapat menunjukkan tingkatan batubara. Dimana tingkatan batubara yang paling tinggi adalah



antrasit, sedang tingkatan yang lebih rendah dari antrasit akan lebih banyak mengandung hidrogen dan oksigen [Yunita,2000 ].

Selain kandungan C, H dan O juga terdapat kandungan lain yaitu belerang (S), nitrogen (N), dan kandungan mineral lainnya seperti silica, aluminium, besi, kalsium dan magnesium yang pada saat pembakaran batubara akan tertinggal sebagai abu. Karena batubara merupakan bahan galian fosil padat yang sangat heterogen, maka batubara mempunyai sifat yang berbeda – beda apabila diperoleh dari lapisan yang berbeda – beda. Bahkan untuk satu lapisan dapat menunjukkan sifat yang berbeda pada lokasi yang berbeda pula. [ Yunita, 2000 ].

Distribusi potensi cadangan batubara di Indonesia:

Pengkajian yang telah dilakukan oleh BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi) dan perusahaan penambangan di Kalimantan menunjukkan bahwa pemanfaatan batubara lignit daerah Kalimantan belum banyak dimanfaatkan secara maksimal. Hal ini disebabkan karena batubara tersebut mempunyai kandungan panas yang relatif rendah dan kandungan air cukup tinggi. [ Krevelen, 1971 ].

### **II.1.2 Jenis Batubara**

Batubara terbentuk dengan cara yang sangat kompleks dan memerlukan waktu yang lama ( puluhan sampai jutaan tahun ) dibawah pengaruh fisika, kimia, ataupun keadaan geologi.

Berdasarkan dari mutu atau tingkatannya batubara dikelompokkan menjadi kelas :

a. Lignit

Lignit merupakan batubara peringkat rendah dimana kedudukan lignit dalam tingkat klasifikasi batubara berada pada daerah transisi dari jenis gambut ke batubara. Lignit adalah batubara yang berwarna hitam dan memiliki tekstur seperti kayu.

b. Sub-bitumine

Batubara jenis ini merupakan peralihan antara jenis lignit dan bitumine. Batubara jenis ini memiliki warna hitam yang mempunyai kandungan air, zat terbang, dan oksigen yang tinggi serta memiliki kandungan karbon yang rendah. Sifat-sifat tersebut menunjukkan bahwa batubara jenis sub-bitumine ini merupakan batubara tingkat rendah.

c. Bitumine

Batubara jenis ini merupakan batubara yang berwarna hitam dengan tekstur ikatan yang baik.

d. Antrasit

Antrasit merupakan batubara paling tinggi tingkatan yang mempunyai kandungan karbon lebih dari 93% dan kandungan zat terbang kurang dari 10%. Antrasit umumnya lebih keras, kuat dan seringkali berwarna hitam mengkilat seperti kaca. [ Yunita, 2000 ].

**Tabel 2.1 ASTM Specifications For Solid Fuels**

Class	Group		Fixed carbon	Volatile matter	Heating values
	Name	Symbol	Dry %	Dry %	Dry basis (Kcal/kg)
I. Anthracite	meta-anthracite	ma	> 98	>2	7740
	anthracite	an	92-98	2.0-8.0	8000
	semianthracite	sa	86-92	8.0-15	8300
II. Bituminous	low-volatile	lvb	78-86	14-22	8741
	medium volatile	mvb	89-78	22-31	8640
	high-volatile A	hvAb	<69	>31	8160
	high-volatile B	hvBb	57	57	6750 - 8160
	high-volatile C	hvCb	54	54	7410 - 8375
					6765 - 7410
III. Subbituminous	subbituminous A	subA	55	55	6880 - 7540
	subbituminous B	subB	56	56	6540 - 7230
	subbituminous C	subC	53	53	5990 - 6860
IV. Lignite	lignite A	ligA	52	52	4830 - 6360
	lignite B	ligB	52	52	<5250

Sumber : Kirk-Othmer, Volume 6

### **II.1.3. Sifat Batubara**

Batubara merupakan suatu campuran padatan yang heterogen dan terdapat di alam dalam tingkat atau grade yang berbeda mulai dari lignit, sub-bitumine dan antrasit.

- Sifat batubara jenis antrasit :
  - Warna hitam sangat mengkilat, kompak
  - Nilai kalor sangat tinggi, kandungan karbon sangat tinggi
  - Kandungan air sangat sedikit
  - Kandungan abu sangat sedikit
  - Kandungan sulfur sangat sedikit
- Sifat batubara jenis bitumine / sub-bitumine :
  - Warna hitam mengkilat, kurang kompak
  - Nilai kalor tinggi, kandungan karbon relatif tinggi
  - Kandungan air sedikit
  - Kandungan abu sedikit
  - Kandungan sulfur sedikit
- Sifat batubara jenis lignit :
  - Warna hitam, sangat rapuh
  - Nilai kalor rendah, kandungan karbon sedikit

- Kandungan air tinggi
- Kandungan abu banyak
- Kandungan sulfur banyak. [ Sukandarrumidi, 1995 ].

**Tabel 2.2 Analisa Proksimat Batubara Lignit dari Tambang Batulicin**

Jenis Pengujian		Satuan	Batubara
Inherent Moisture	ADB	%	22,38
Total Moisture Content	AR	%	29,30
Volatile Matter	ADB	%	36,37
Fixed Carbon	ADB	%	34,29
Total Sulfur	ADB	%	0,32
Gross Calorie Value	ADB	Kcal/kg	4702
Ash Content	ADB	%	6,37

[PT.SEMEN GRESIK (PERSERO) Tbk, 2006]

#### **II.1.4. Kegunaan dan Pemakaian Batubara**

Berbagai macam kegunaan dan pemakaian batubara adalah sebagai berikut:

1. Batubara sebagai energi alternatif yang dapat menggantikan sebagian besar peranan yang diambil oleh minyak. Batubara merupakan bahan bakar murah bahkan kemungkinan besar

yang termurah dihitung persatuan energi. Batubara ini memiliki nilai yang strategis dan potensial untuk memenuhi sebagian besar energi dalam negeri. Batubara sebagai bahan bakar digunakan pada industri kereta api, kapal laut, pembangkit tenaga listrik, dan industri semen. [ Sukandarrumidi, 1995 ].

2. Penggunaan batubara dalam bentuk briket untuk keperluan rumah tangga dan industri kecil. Batubara dalam bentuk briket ini merupakan bahan yang sangat potensial untuk menggantikan minyak tanah maupun kayu bakar yang masih banyak digunakan didaerah pedesaan. Dengan beralihnya kebiasaan membakar kayu bakar ke briket batubara masalah ekologi air tanah akan mendapat bantuan yang tak terhitung. [ Fadarina, 1997 ]

## **II.2 Minyak Tanah**

Minyak bumi atau petroleum adalah cairan kental berminyak yang mudah terbakar. Minyak bumi terbentuk secara alamiah dalam endapan didalam tanah. Selama jutaan tahun, sisa – sisa tanaman dan binatang tertumpuk kedasar laut yang dalam. Begitu lautan surut,

materi tanaman tertutup oleh lapisan endapan seperti pasir, tanah liat, dan materi lainnya. Karena terkubur jauh dibawah lapisan tanah, materi tanaman dan binatang itu sebagian membusuk menjadi minyak mentah yang akhirnya meresap ke ruangan – ruangan diantara lapisan batu. Karena lempeng tektonik bergerak, batuan terlipat menjadi lipatan – lipatan sehingga petrolium terkumpul dalam kantong – kantong. Biasanya minyak mentah muncul ke permukaan karena tekanannya sendiri. Setelah itu harus dipompa atau dipaksa naik dengan penyuntikan air, gas atau udara. Lalu, jaringan pipa atau tanki membawa minyak mentah ke pengilangan. Di pengilangan minyak, minyak mentah diubah menjadi gas alam, bensin, aspal, bahan bakar diesel dan minyak tanah.

Minyak tanah dengan specific gravity pada 60/60°F max 0,835 merupakan komponen kimia dari minyak bumi yang dipisahkan dengan proses distilasi kemudian setelah diolah lagi menjadi minyak tanah,dll. Minyak bumi terdiri dari campuran kompleks dari berbagai hidrokarbon, senyawaan hidrogen dan karbon yang sebagian besar seri alkana tetapi bervariasi dalam penampilan, komposisi, dan kemurniannya. Minyak tanah terbuat dari rantai diwilayah  $C_{10}$  sampai  $C_{15}$  Senyawaan dari minyak bumi

ini semua dalam bentuk cair dalam suhu ruangan. [ Hardjono, 1987 ]. Minyak tanah memiliki titik didih antara 150°C – 300°C dan tidak berwarna. Digunakan selama bertahun – tahun sebagai alat bantu penerangan, memasak, water heating, dll yang umumnya merupakan pemakaian domestik ( perumahan ). [Pertamina,2005].

**Tabel 2.3 Spesifikasi Minyak Tanah**

Sifat	Batasan		Metode Test	
	Min.	Max.	ASTM	Lain
Angka oktan	80.0	85.0	D-2699	
Densitas gr/lt	-	0,013	D-237/setara D-86	
DISTILASI :				
Kandungan sulphur % berat	-	0.20	D-1266	
Korosi copper selama 3 jam/500°C	-	No.1	D-130	
Mercaptan sulphur		0.002	D-3227	

[ Pertamina, 2005 ]

### II.3 Minyak Residu

Minyak residu merupakan produk bawah dari proses distilasi minyak bumi. Merupakan fraksi paling berat dari minyak mentah, biasanya dijual sangat murah dan kadang – kadang hanya dianggap



sebagai produk samping dari kilang. Komposisi dari residu dipengaruhi oleh jenis minyak dan jenis proses pemurnian (refinery) yang digunakan. Jumlah yang dihasilkan tiap minyak mentah akan berbeda, begitu juga dengan sifat residu yang akan dihasilkan. Minyak residu ( residu minyak bumi ) terdiri dari gugus hidrokarbon serta gugus heteroatom seperti sulfur, nitrogen, oksigen, logam (Fe,Ni,V). Heteroatom merupakan elemen – elemen lain dalam residu selain karbon dan hidrogen. Sulfur 2-7% berat, nitrogen 0,2-0,7% berat, oksigen 1% berat, Vanadium 100-1000 ppm dan nikel 20-200 ppm. Minyak residu diyakini mempunyai kandungan hidrogen yang tinggi dan mampu sebagai donor hidrogen [Suwandi ,2003].

Minyak residu yang digunakan selain membantu dalam memutuskan gugus oksigen, menjaga kestabilan kadar air bawaan batubara pasca proses juga dapat menurunkan temperatur proses yang digunakan. Pada penelitian ini menggunakan minyak residu dengan titik didih  $>300^{\circ}\text{C}$ . Pemanfaatan residu dari kilang minyak merupakan terobosan baru untuk mensinergikan pabrik batubara muda dengan kilang minyak. Keuntungan lain dari penggunaan minyak residu adalah meningkatnya kelayakan teknis minyak yang

dihasilkan seperti berkurangnya senyawa aromatis yang bersifat racun, dan meningkatkan angka setana produk fraksi diesel. [ Dyah Probowati,1997 ].

### **Karakteristik Minyak Residu**

Secara fisik residu berwarna hitam dan merupakan material viskos yang didapatkan dengan cara distilasi pada kondisi atmosfer yang disebut dengan kondisi atmosfer atau pada kondisi tekanan sub-atmosfer yang disebut dengan residu vakum.

**Tabel 2.4 Spesifikasi Minyak Residu**

Parameter	Spesifikasi
Titik didih, (°C)	540
Spesific gravity	0,9525 – 0,9854
API gravity	17,1 – 12,1
Sulfur, %wt	0,250
Viscosity, pada 210°C, Sec	696 – 951

[ Suwandi, 2003 ]

## ADSORPSI

Definisi adsorpsi menurut G. Bernasconi adalah pengikatan bahan pada permukaan sorben padat dengan cara pelekatan. Adsorpsi merupakan proses pengumpulan substansi – substansi tertentu kedalam permukaan bahan penyerap (adsorben ). Partikel atau material yang diserap disebut adsorbat dan yang berfungsi sebagai penyerap disebut adsorben. Kebanyakan zat pengadsorpsi atau adsorben adalah bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding – dinding pori atau pada letak – letak tertentu didalam partikel itu. Oleh karena itu pori – pori biasanya sangat kecil, luas permukaan dalam menjadi beberapa orde besaran lebih besar dari permukaan luar. Mekanisme adsorpsi dipengaruhi oleh gaya tarik – menarik antara ion – ion dalam adsorben (batubara ) yang mengandung ion negatif dalam minyak residu yang mengandung ion positif sehingga terjadi pengikatan dipermukaan adsorben. Semakin lama proses adsorpsi, maka semakin banyak adsorbat yang diserap adsorben dan sebaliknya. [ Ardhika, 2006 ]. Pemisahan terjadi karena perbedaan berat molekul atau perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan lebih erat daripada molekul – molekul lainnya, atau

karena pori – pori terlalu kecil untuk melewati molekul – molekul yang lebih besar. Kebanyakan zat pengadsorpsi atau adsorben yang digunakan berupa zat padat dalam bentuk butiran besar sampai yang halus ( diameter pori sebesar 0,0003 – 0,02 mikrometer ) atau bahan yang sangat berpori [ Bernasconi, 1995 ].

## **II.4 Landasan Teori**

### **Proses Adsorpsi**

✓ Mekanisme adsorpsi.

Penyerapan konsentrat adsorbat dalam larutan oleh adsorpsi fisik adsorben terbagi menjadi beberapa tahap :

1. Difusi permukaan adsorben. Adsorbat bergerak menuju ke permukaan adsorben dan mengelilinginya yang disebabkan adanya difusi molekular.
2. Perpindahan molekul adsorbat ke pori – pori adsorben. Adsorbat bergerak ke pori – pori adsorben yaitu tempat dimana adsorpsi akan terjadi.
3. Tahap akhir dari adsorpsi. Setelah adsorbat berada pada pori – pori adsorben, maka proses adsorpsi telah terjadi antara adsorpsi molekul adsorbat dan molekul adsorben. [ McCabe jilid I, 1999].

✓ Faktor – faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi :

1. Sifat – sifat fisik adsorben

- Luas permukaan adsorben

Semakin luas permukaan adsorben, maka semakin banyak adsorbat yang diserap.

- Ukuran partikel adsorben

Ukuran butir batubara dibatasi pada rentang butir halus dan butir kasar. Butir paling halus untuk ukuran <3 mm, sedang ukuran

paling kasar sampai 50 mm. [ Sukandarrumidi, 1995 ].

Peningkatan nilai kalor batubara dari peringkat rendah telah diteliti oleh Kobe Steel Ltd dengan ukuran batubara yang digunakan sebesar <2mm.

- Ukuran pori – pori adsorben

Ukuran pori – pori adsorben akan mempengaruhi laju kecepatan perpindahan molekul – molekul adsorbat ke permukaan adsorben.

Apabila ukuran pori – pori adsorben semakin besar maka perpindahan molekul – molekul adsorbat semakin cepat.

2. Sifat – sifat fisik adsorbat. Ukuran molekul adsorbat. Adanya tarik menarik antar partikel adsorben dan adsorbat semakin besar jika ukuran molekul adsorbat mendekati atau sedikit lebih kecil dari ukuran rongga adsorbennya.

3. Karakteristik dari cairan

- Temperatur. Temperatur akan mempengaruhi kemampuan reaksi viskositas cairan serta gaya interaksi antar molekul dengan partikel adsorben. Dari peneliti terdahulu disebutkan bahwa semakin tinggi temperatur larutan berlangsung maka semakin kecil daya serap adsorben dan sebaliknya. Ini disebabkan ukuran partikel adsorbat memuai dan viskositas larutan berkurang karena temperatur yang tinggi.
- [Maslakhah, 2004]

- pH dan konsentrasi dari zat terserap. Pada proses adsorpsi terjadi penurunan konsentrasi zat terserap dalam liquid, yang menyebabkan pH dari liquid naik. Dengan naiknya pH ini maka akan mempersulit proses penyerapan berikutnya.

#### 4. Waktu dan lama proses adsorpsi

Semakin lama waktu proses adsorpsi berlangsung maka semakin lama pula waktu kontak antara fase terserap dengan adsorben sehingga zat terserap semakin besar. [ Ardhika, 2006 ].

### ✓ Pengaruh kondisi operasi dalam proses adsorpsi batubara:

#### 1. Waktu reaksi

Waktu tinggal merupakan variabel proses yang penting. Waktu tinggal yang lama disertai pemanasan yang tinggi menyebabkan pecahnya ikatan – ikatan hidrogen, repolimerisasi dan stabilisasi radikal bebas dari persediaan hidrogen pada batubara dan donor hidrogen

lebih cepat terjadi. Waktu tinggal yang diperlukan untuk proses adsorpsi antara 30 – 90 menit. [ Hartiniati, 2003 ].

## 2. Temperatur reaksi

Temperatur memegang peranan utama dalam proses adsorpsi. Dari 3 variabel temperatur yang dicoba yaitu 145, 150 dan 155°C pada proses slurry dewatering, dengan kecepatan umpan batubara 200 kg/jam, menunjukkan makin tinggi temperatur proses makin tinggi persen penurunan kadar air dalam batubara. [ Tekmira, 2003 ].

## 3. Pengadukan

Pengadukan akan mempengaruhi proses difusi dari adsorpsi. Dimana perbedaan konsentrasi, yaitu perbedaan antara konsentrasi bahan yang akan diadsorpsi dalam campuran dan konsentrasi bahan tersebut dalam adsorben. Untuk memperoleh dan mempertahankan perbedaan konsentrasi yang besar maka penggunaan adsorben segar ( yaitu yang belum terbebani ) dan pencampuran yang baik antara kedua fasa, misalnya



dengan pengadukan mutlak diperlukan. Pengadukan yang digunakan biasanya berputar dengan kecepatan antara 20 dan 100 put/min. [ Bernasconi, 1995 ].

Penelitian penurunan kadar air batubara dengan proses Upgraded Brown Coal (UBC) menggunakan rasio pencampuran batubara:minyak tanah:minyak residu ( 1:1:1 ) dengan kapasitas 360 kg/hari.

[ Tekmira,2003 ].

#### ✓ Adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia.

Berdasarkan type gaya antara molekul fluida dan molekul solid maka adsorpsi dibedakan menjadi adsorpsi fisika (van der Waals adsorption) dan adsorpsi kimia (activated adsorption).

##### a. Adsorpsi Fisika

Gaya keterikatan antara molekul adsorben dan molekul adsorbat sangat lemah. Gaya yang berlangsung mempunyai ciri – ciri seperti gaya van der Waals. Molekul – molekul adsorbat sangat mudah ditarik oleh adsorben, tetapi juga mudah kembali ke

larutan sehingga proses adsorpsi fisika sering dikatakan reversible. Proses adsorpsi fisika banyak digunakan untuk menurunkan kandungan atau konsentrasi zat – zat dalam suatu larutan.

b. Adsorpsi Kimia

Proses adsorpsi kimia hampir selalu irreversible. Gaya keterikatan antara molekul adsorben dan molekul adsorbat adalah sangat kuat.

Adsorpsi kimia menghasilkan suatu pembentukan monomolecular adsorbat pada molekul adsorben.

Adsorben untuk adsorpsi fisika adalah bahan padat dengan luas permukaan dalam yang sangat besar. Permukaan yang luas ini terbentuk karena banyaknya pori yang halus pada padatan tersebut. Biasanya luasnya berada dalam orde 200 – 1000 m<sup>2</sup>/g adsorben. Jika bahan yang akan diadsorpsi tidak hanya mengadakan ikatan fisik dengan adsorben, melainkan juga ikatan kimia maka hal itu disebut sebagai adsorpsi kimia.

[ Bernasconi, 1995 ].

Perbedaan antara adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia dapat dilihat pada tabel 2.5 dibawah ini

<b>Adsorpsi Fisika</b>	<b>Adsorpsi Kimia</b>
Entalphy dari adsorpsi < 40 kJ/mol	Enthalpy dari adsorpsi > 80 kJ/mol
Adsorpsi hanya terjadi pada suhu dibawah titik didih dari adsorbat	Adsorpsi dapat terjadi pada suhu tinggi
Tidak ada energi aktivasi yang diperlukan	Ada energi aktivasi yang diperlukan
Terjadi adsorpsi multilayer	Adsorpsi yang terjadi bersifat monolayer

[Borrow, 1996]

## **II.5 Hipotesis**

Pengaruh suhu dan waktu pencampuran batubara, minyak residu dan minyak tanah dapat mengurangi kadar air yang terkandung dalam batubara peringkat rendah dengan proses adsorpsi. Diharapkan dapat meningkatkan nilai kalori batubara.

## **BAB III**

### **PELAKSANAAN PENELITIAN**

#### **III.1 Bahan Yang Diperlukan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah batubara jenis lignit dari tambang daerah Batulicin, Desa Sungai Danau, Kecamatan Sepapah, Kabupaten Banjarmasin, Propinsi Kalimantan Selatan, serta minyak residu. Sedangkan minyak tanah digunakan sebagai pelarut.

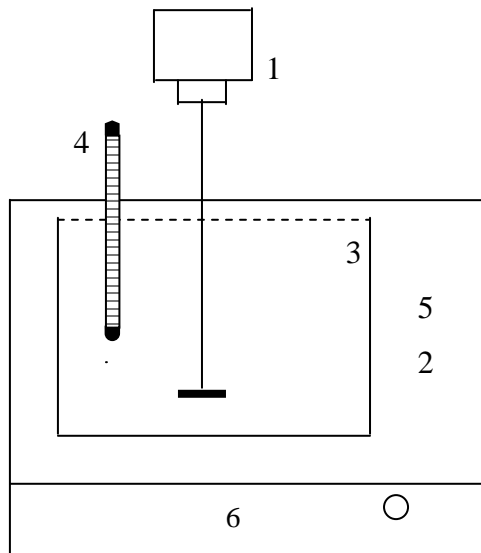
#### **III.2 Peralatan Yang Digunakan**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi seperangkat alat tangki berpengaduk yang diletakkan diatas pemanas dengan temperatur dan waktu yang telah ditentukan.

### III.3 Gambar Alat

Keterangan :

1. Motor Pengaduk
2. Oil Batch
3. StainlessSteel
4. Termometer
5. Pengaduk
6. Kompor



Gambar III.1 Seperangkat alat tangki berpengaduk

### III.4 Peubah

#### 3.4.1. Kondisi Yang Ditetapkan

- Jumlah batubara = 100 gr
- Ukuran batubara = 20 mesh
- Pengadukan = 100 rpm
- Volume minyak tanah = 100 cc
- Volume minyak residu = 100 cc

- Perbandingan campuran ( batubara:minyak tanah:minyak residu ) = 1 : 1 : 1

### **3.4.2. Kondisi Yang Dijalankan**

- Suhu campuran bahan (oC) = 120 ; 140 ; 160 ; 180 ; 200
- Waktu campuran bahan (menit)= 30 ; 40 ; 50 ; 60 ; 70

## **III.5 Pelaksanaan Penelitian**

### **3.5.1. Persiapan Bahan**

Batubara dibersihkan dari kotoran-kotoran agar mendapat hasil yang baik, kemudian dijemur dibawah sinar matahari sampai kering.

### **3.5.2. Prosedur Penelitian**

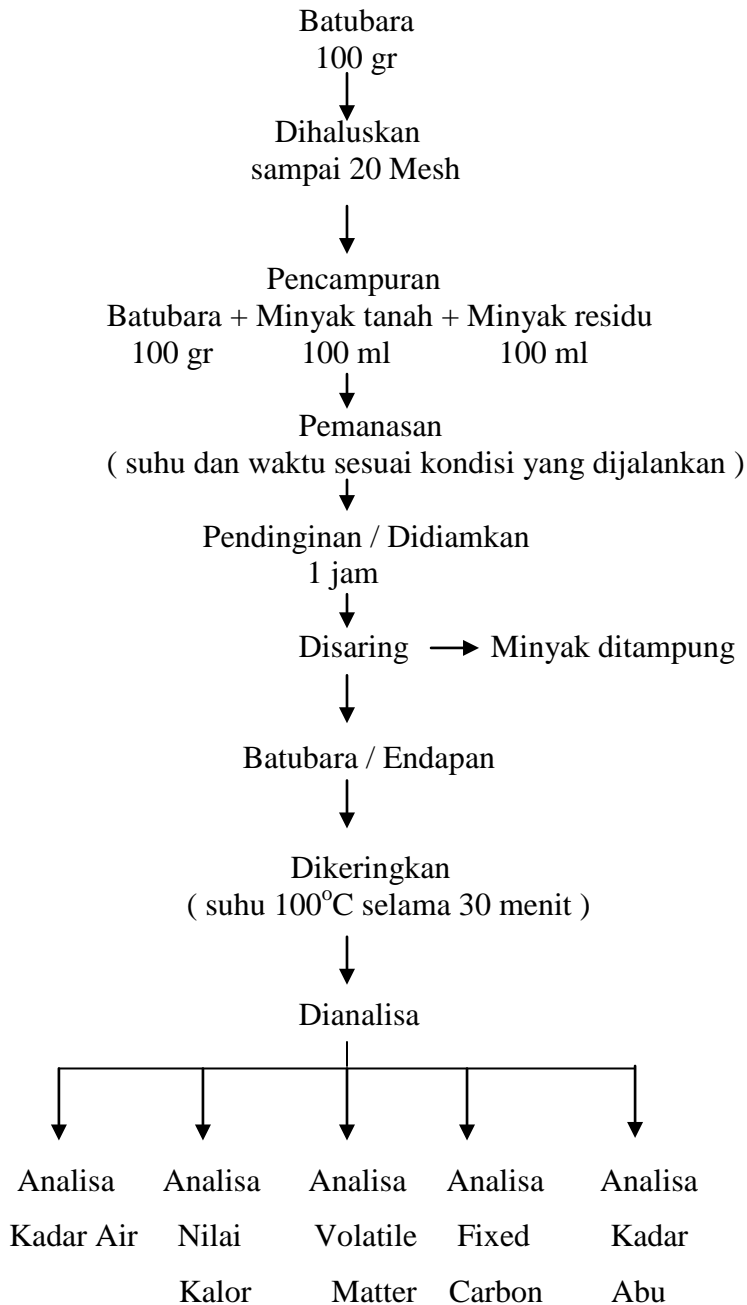
Batubara yang telah dikeringkan dihaluskan sampai dengan ukuran 20 mesh untuk mendapat ukuran yang seragam kemudian ditimbang sesuai dengan perbandingan komposisi bahan.

Batubara, minyak residu serta minyak tanah dicampur dengan menggunakan alat pencampur dalam hal ini tangki berpengaduk dengan kecepatan 100 rpm. Pencampuran atau pengadukan ini

dilakukan agar di dalam tiga komposisi bahan tersebut terjadi proses adsorpsi.

Pencampuran dalam tangki berpengaduk dengan suhu dan waktu yang telah ditentukan. Kemudian produk disaring, dikeringkan dan di analisa kadar air, nilai kalor, kadar abu, *fixed carbon*, dan *volatile matter*nya. Sedangkan filtrat yang berupa minyak dapat dipergunakan kembali (*direcycle*).

## Skema Peningkatan Nilai Kalor Batubara Tingkat Rendah.





### **3.5.3. Analisa Hasil**

#### **3.5.3.1. Penentuan Nilai Kalor Batubara**

Nilai kalor ditentukan dengan menggunakan alat Oxygen Bomb *Calorimeter*. Cara kerja : Batubara yang akan diukur kadar nilai kalornya ditimbang sebanyak 10 gram dan diletakkan dibawah elektroda. Kemudian aliran listrik dinyalakan hingga elektrode membakar batubara tadi. Diatas ruang tempat elektrode dilengkapi lubang asap agar panas tidak langsung terbang. Nyala arang ini akan memanaskan air dalam tabung gelas bervolume 1 liter. Pemanasan terhadap air ini diratakan dengan pengaduk. Beberapa saat kemudian dari alat *Bomb Calorimeter* akan tercetak data kenaikan suhu dan besarnya nilai kalor yang dihasilkan.

#### **3.5.3.2. Penentuan kadar air Batubara**

- Timbang batubara arang mula-mula, A gram.
- Masukkan batubara dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam.
- Masukkan dalam *dessicator* kemudian ditimbang.

Perhitungan :

$$\text{Kadar air} = \frac{(A - B)}{A} \cdot 100\%$$

A = Berat batubara mula – mula (gr)

B = Berat setelah dikeringkan (gr)

### 3.5.3.3. Penentuan kadar *Volatile Matter* Batubara

- Panaskan *furnace* sampai suhu 200°C
- Masukkan cawan khusus + tutup kedalam *furnace* pada suhu 900°C kurang lebih 7 menit. Kemudian dinginkan dalam *dessicator*
- Timbang cawan kosong beserta tutupnya
- Timbang contoh 1 gram + 0,01 gram dan masukkan kedalam cawan
- Ratakan contoh dalam cawan dengan mengetuk- ketukan dasar cawan pada alas yang keras dan bersih
- Masukkan cawan yang berisi contoh kedalam *furnace* disekitar ujung thermokopel dan tutup *furnace* kemudian

tahan tepat 7 menit contoh dikeluarkan. Dinginkan dalam dessicator

- Timbang contoh dan catat hasilnya

Perhitungan :

$$VM = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100\% - m$$

$m_1$  = Berat cawan kosong

$m_2$  = Berat cawan + contoh sebelum dipanaskan

$m_3$  = Berat cawan + contoh sesudah dipanaskan

$m$  = Kandungan air pada saat *volatile matter* ditentukan

#### **3.5.3.4. Penentuan kadar abu Batubara**

- Timbang 1 gram contoh kedalam cawan yang telah diketahui beratnya
- Masukkan contoh kedalam oven mulai dari suhu 450o – 500oC
- Kemudian perlahan – lahan suhu dinaikkan dalam waktu 1 jam mencapai 700o – 750oC. Pemanasan ditahan selama 2 jam pada suhu 750oC ( abu sempurna)
- Keluarkan contoh dari oven, dinginkan dalam dessicator

- Timbang contoh dan catat hasilnya

Perhitungan :

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat contoh}} \cdot 100\%$$

### **3.5.3.5. Penentuan kadar *Fixed Carbon* Batubara**

Perhitungan :

$$\text{Fixed Carbon} = 100\% - (\% \text{ Inherent Moisture} + \% \text{ Ash Content} + \% \text{ Volatile Matter})$$

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### IV.1. Tabel Hasil Pengamatan Campuran Endapan Batubara Dengan Minyak Pada Berbagai Suhu Dan Waktu.

Suhu (°C)	Waktu (mnt)	Batubara (gram)	Minyak (ml)
120	30	123,10	125
	40	128,76	117
	50	128,71	97
	60	131,41	81
	70	127,95	75
140	30	119,81	105
	40	118,08	95
	50	129,05	91
	60	124,06	50
	70	131,60	48
160	30	130,74	97
	40	127,06	90
	50	137,46	85
	60	135,90	75
	70	132,50	50
180	30	135,24	85
	40	135,95	95
	50	132,38	65
	60	130,72	65
	70	129,34	40
200	30	133,35	81
	40	132,01	80
	50	133,28	65
	60	121,95	65
	70	131,03	25

## IV.2. Hasil Analisa Proksimat Endapan Campuran Batubara Minyak Tanah Dan Minyak Residu Pada Berbagai Suhu Dan Waktu.

Suhu (°C)	Waktu (mnt)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Volatile Matter (%)	Kadar Fixed Carbon (%)	Nilai Kalor (Kcal/kg)
120	30	1,321	5,633	51,544	41,502	
	40	1,233	6,997	47,976	43,794	
	50	1,198	8,905	43,738	46,159	
	60	1,153	10,006	38,135	50,709	
	70	1,098	10,566	36,461	51,876	4816
140	30	1,214	6,365	50,445	41,976	
	40	1,132	7,998	46,583	44,287	
	50	0,993	9,205	42,946	46,856	
	60	0,903	10,324	37,916	50,857	
	70	0,806	10,771	34,976	53,447	5228
160	30	1,153	7,767	48,323	42,757	
	40	0,986	8,453	45,751	44,828	
	50	0,861	9,537	41,953	47,649	
	60	0,803	10,531	36,777	51,889	
	70	0,741	11,139	33,843	54,277	5750
180	30	1,142	8,355	47,217	43,286	
	40	0,968	8,782	44,948	45,302	
	50	0,853	10	41,018	48,129	
	60	0,804	10,784	35,100	53,312	
	70	0,732	11,573	31,383	56,316	6320
200	30	1,105	9,387	45,847	43,661	
	40	0,953	8,545	42,669	47,833	
	50	0,847	10,325	39,600	49,228	
	60	0,779	10,989	33,319	54,913	
	70	0,668	11,833	30,122	57,377	6692

## IV.3 Pembahasan

Dari hasil analisa batubara didapatkan hubungan antara suhu dan waktu terhadap kadar *fixed carbon* . Semakin tinggi suhu

adsorpsi, maka semakin tinggi *fixed carbon*nya. Hal ini disebabkan karena minyak residu terdiri dari gugus hidrokarbon dan heteroatom yang cukup banyak, [Suwandi, 2003] dan pengaruh semakin tinggi suhu adsorpsi maka sebagian hidrokarbon dan heteroatom terlepas membentuk senyawa karbon sehingga dapat meningkatkan kadar *fixed carbon*. Terlihat pada gambar, bahwa *fixed carbon* tertinggi adalah 57,377% pada suhu 200°C dan waktu 70 menit.

Gambar 4.3.2 terlihat bahwa semakin tinggi suhu pencampuran bahan, semakin tinggi pula nilai kalor. Hal ini disebabkan karena pada keadaan itu terjadi pelepasan senyawa organik ( *volatile matter* ), kadar air dan kadar abu semakin menurun serta *fixed carbon* meningkat sehingga akan meningkatkan nilai kalor. Nilai kalor tertinggi terdapat pada suhu 200 °C dan waktu 70 menit yaitu dengan nilai 6692 Kcal/kg

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **V.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Suhu dan waktu campuran batubara, minyak tanah dan minyak residu berpengaruh terhadap peningkatan nilai kalor batubara.
2. Dengan pengaruh suhu dan waktu, diperoleh nilai kalor dari batubara peringkat rendah 4702 kcal/kg menjadi 6692 kcal/kg dengan perolehan kadar air: 0,668 %, kadar abu: 11,883 %, volatile matter: 30,122 %, fixed carbon: 57,377 %,
3. Pada penelitian ini diperoleh peningkatan nilai kalor rata – rata sebesar 17,198%.

#### **V.2 Saran**

Berdasar hasil penelitian dan pembahasan, perlu diadakan penelitian lanjutan mengenai variabel kondisi operasi ( suhu reaksi dan waktu reaksi ) yang lebih kompleks. Sehingga didapatkan



kondisi operasi yang optimum pada proses adsorpsi batubara dengan pelarut minyak residu dan media minyak tanah

## DAFTAR PUSTAKA

Ardhika, 2006, “Daur Ulang Minyak Pelumas Bekas Menggunakan Batubara Sebagai Adsorben”, UPN “Veteran” Jawa Timur

Bernasconi,G.,1995,”Teknologi Kimia Bagian 2”, PT Pradnya Paramita, Jakarta

Borrow,G.M.,1996,”Pysical Chemistry”,6<sup>th</sup> ed.,P321,MC.Graw Hill Companies Inc.,USA

Fadarina,1997,”Pengaruh Temperatur Proses dan Kadar Tembaga Terhadap Penurunan Leges dan Kenaikan Kalor Batubara Kalsel”, Institut Teknologi Bandung

Hardjono, Ir. 1987,”Teknologi Minyak Bumi I”,edisi kedua.,Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Hatiniati, 2003, “Pengaruh Penambahan Residu Minyak Pada Proses Pencairan Batubara Banko Tengah (“ Co-Processing”)", Pusat Pengkajian Dan Penerapan Teknologi Konservasi Dan Konversi Energi, Jakarta

<http://mining.lit.itb.ac.id/go.php?id=jbptitbmining-gdl-52-1997-dyahprob-138>

[http://www.pertamina.com/Minyak\\_Tanah](http://www.pertamina.com/Minyak_Tanah)

<http://www.tekmira.esdm.go.id/kp/Batubara/ubcskalapilot.asp>

Laboratorium Pengujian Bahan dan Bangunan,2006,”Hasil Pengujian Batubara”, PT Semen Gresik (Persero)Tbk

Maslakhah, 2004,”Kajian Model Matematik Dan Distribusi Pengambilan Ion Logam Ni Dan Cr Dengan Proses Adsorpsi Karbon Aktif”, UPN “Veteran” Jawa Timur

Mc. Cabe. W.L, Smith, J.C and Harriot,P, 1985,”Unit Operation of Chemical Engineering”, 4th edition.,Mc.Graw Hill International Book Company, Singapore

Sukandarrumidi,1995,”Batubara Dan Gambut”,Gadjah Mada University Press,Yogyakarta

Suwandi, 2003, “Pengaruh Kondisi Operasi Pada Co-Processing Batubara Banko Tengah Dengan Pelarut Short Residu”, UPN”Veteran” Jawa Timur

Van Krevelen D.W., 1971, Coal, Elsevier Science Publisher B.V., Amsterdam

Yunita Purnamasari, 2000, “Pembuatan Briket Dari Batubara Kualitas Rendah Dengan Proses Non Karbonisasi Dengan Menambahkan MgO dan  $MgCl_2$ ”, UPN”Veteran” Jawa Timur

## LAMPIRAN

Perhitungan analisa batubara.

- Pada  $T = 20^{\circ}\text{C}$  dan  $t = 70$  menit

✓ Perhitungan kadar air batubara :

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{(A - B)}{A} \cdot 100\% \\ &= \frac{35,7878 - 35,5566}{35,5566} \cdot 100\% \\ &= 0,6675 \%\end{aligned}$$

A = Berat batubara mula – mula (gr)

B = Berat setelah dikeringkan (gr)

✓ Perhitungan kadar abu batubara :

$$\begin{aligned}\text{Kadar abu} &= \frac{\text{berat abu}}{\text{berat contoh}} \cdot 100\% \\ &= \frac{0,117}{0,99} \cdot 100\% \\ &= 11,833 \%\end{aligned}$$

✓ Perhitungan *volatile matter* batubara :

$$\begin{aligned}\text{Kadar } \textit{Volatile Matter} &= \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100\% - m \\ &= \frac{27,402 - 27,016}{27,402 - 26,150} \cdot 100\% - 0,668 \\ &= 30,122\%\end{aligned}$$

$m_1$  = Berat cawan kosong

$m_2$  = Berat cawan + contoh sebelum dipanaskan

$m_3$  = Berat cawan + contoh sesudah dipanaskan

$m$  = Kandungan air pada saat *volatile matter* ditentukan

✓ Perhitungan *fixed carbon* batubara :

$$\begin{aligned}\text{Kadar } \textit{fixed carbon} &= 100\% - (\% \text{ Inherent Moisture} + \% \text{ Ash} \\ &\quad \text{Content} + \% \text{ Volatile Matter}) \\ &= 100\% - (0,668\% + 11,833\% + 30,122\%) \\ &= 57,377\%\end{aligned}$$